

35.G2544

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

TOSHIHIKO OUCHI ET AL.

Application No.: 09/519,672

Filed: March 6, 2000

For: SURFACE-TYPE OPTICAL  
APPARATUS

Examiner: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

May 17, 2000

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

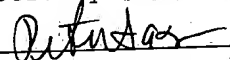
Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Applications:

- (1) 059533/1999 (Pat.), filed March 8, 1999
- (2) 059535/1999 (Pat.), filed March 8, 1999
- (3) 059541/1999 (Pat.), filed March 8, 1999

A certified copy of each of the priority document is enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

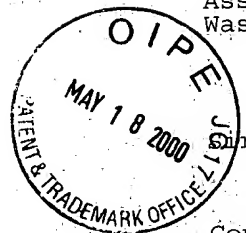


Attorney for Applicants

Registration No. 4947

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

#9  
17 Oct 00  
R. Tallant



日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: MAY 18 2000 1999年 3月 8日

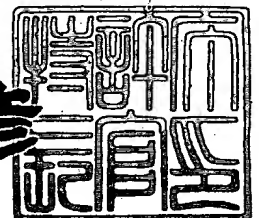
出 願 番 号  
Application Number: 平成 11 年特許願第 059533 号

出 願 人  
Applicant (s): キヤノン株式会社

2000年 3月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3022367

【書類名】 特許願

【整理番号】 3772041

【提出日】 平成11年 3月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/18  
H01S 3/18  
G02B 21/06

【発明の名称】 光源装置、その製造方法、その使用方法、及びそれを用いた装置

【請求項の数】 27

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内  
【氏名】 尾内 敏彦

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内  
【氏名】 島田 康弘

【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】  
【識別番号】 100086483  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 加藤 一男  
【電話番号】 0471-91-6934

【手数料の表示】  
【納付方法】 予納

【予納台帳番号】 012036

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704371

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光源装置、その製造方法、その使用方法、及びそれを用いた装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の基板上に形成された微小開口を有する面型光デバイスを備え、該第 1 の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスに電流注入或は電圧印加することを特徴とする光源装置。

【請求項 2】 第 1 の基板に支持された弾性体の一部に面型光デバイスを備え、該弾性体上及び該第 1 の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスに電流注入或は電圧印加することを特徴とする光源装置。

【請求項 3】 第 1 の基板に支持された弾性体の一部に微小開口を有する面型光デバイスを備え、該弾性体上及び該第 1 の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスに電流注入或は電圧印加し、該微小開口からエバネッセント光を発生させることを特徴とする近視野光学系用光源装置。

【請求項 4】 前記面型光デバイスは半導体で構成された面発光レーザであることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 5】 前記面型光デバイスは半導体薄膜で構成され、前記第 1 の基板とは異なる該半導体薄膜を形成した第 2 の基板が前記第 1 の基板または前記第 1 の基板に支持された弾性体上に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 6】 前記面型光デバイスは半導体薄膜で構成され、前記第 1 の基板とは異なる該半導体薄膜を形成するときに用いた第 2 の基板が除去されて、該面型光デバイスの機能層のみが前記第 1 の基板または前記第 1 の基板に支持された弾性体上に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 7】 前記弾性体は、前記第 1 の基板である Si 基板上に形成された  $\text{SiN}_x$  薄膜であって、一部の領域で該 Si 基板を除去して Si 基板に支持される構造を持つ薄膜弾性体であることを特徴とする請求項 2 乃至 6 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 8】前記弾性体が、前記第 1 の基板である Si 基板上に SiO<sub>2</sub> 薄膜と Si 薄膜が順に形成された SOI 基板の Si 薄膜であって、一部の領域で該 Si 基板及び SiO<sub>2</sub> 薄膜を除去して Si 基板に支持される構造を持つ薄膜弾性体であることを特徴とする請求項 2 乃至 6 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 9】前記微小開口は、前記面型光デバイスの光出射部に微小開口を有する微小突起部材を備えて形成されたものであることを特徴とする請求項 1 及び 3 乃至 8 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 10】前記面型光デバイスへ電流注入或は電圧印加するための電気配線は、該面型光デバイスの 2 つの電極用に前記弾性体上に 2 本形成されたものであることを特徴とする請求項 2 乃至 9 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 11】前記面型光デバイスへ電流注入或は電圧印加するための電気配線は、該面型光デバイスの 2 つの電極用の配線の少なくとも一方が前記 SOI 基板上で薄膜弾性体を構成する Si 薄膜にドーピングして形成されていることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 12】前記面型光デバイスへの電気配線は、一方が該面型光デバイスの基板側電極と導電性接合され、他方が、該面型光デバイスの端面に形成された段差を緩和するための絶縁材料上を這って上面電極と導電性接合されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 13】前記面型光デバイスへの電気配線は、該面型光デバイスの同じ側に形成された 2 つの電極と夫々導電性接合されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 14】前記面型光デバイスは、前記第 1 の基板上或は複数の前記弾性体を支持する共通の第 1 の基板内に複数アレイ化されていることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 15】前記面型光デバイスは、1 つの前記弾性体上に複数配置されていることを特徴とする請求項 2 乃至 14 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 16】前記弾性体は、中央がくり貫かれた台形状の片持ち梁構造を有することを特徴とする請求項 2 乃至 15 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 17】前記弾性体は、その上面と下面には電極と圧電材料層が形成されてバイモルフ構造にされ、両圧電材料層への電界印加によって該弾性体を微動調整できる構造或は該弾性体の微動を両圧電材料層に誘起される電荷で検出できる構造となっていることを特徴とする請求項 2 乃至 16 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置。

【請求項 18】請求項 2 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の製造方法であって、面型光デバイスの機能層を第 2 の基板である半導体基板上に成膜して電流注入領域、電極構造を加工する工程と、該電極構造と弾性体上に形成された電極とを電氣的接触を得ながら接合する工程と、第 1 の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエッチングする工程とを少なくとも含むことを特徴とする製造方法。

【請求項 19】請求項 2 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の作製方法であって、面型光デバイスの機能層を第 2 の基板である半導体基板上に成膜する工程と、弾性体上に該機能層側を、直接、固相接合する工程と、該機能層のみ残して該半導体基板を除去する工程と、第 1 の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエッチングする工程とを少なくとも含むことを特徴とする製造方法。

【請求項 20】前記面型光デバイスの光出射面に微小開口を形成する工程を更に含むことを特徴とする請求項 18 または 19 記載の製造方法。

【請求項 21】請求項 1 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、媒体表面からの散乱光の強さを面型光デバイスの両端電圧または電流の変動として検出する手段を用いて、該面型光デバイスを光情報の検出器として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 22】請求項 1 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって光情報記録媒体への高密度情報記録を行い、該面型光デバイスを光情報記録装置と

して用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 23】媒体表面からの散乱光の強さを面型光デバイスの両端電圧または電流の変動として検出する手段で媒体表面からの散乱光の強さを検出することで情報再生を行うことを特徴とする請求項 22 記載の使用方法。

【請求項 24】請求項 1 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって光感光媒体への高精細パターン形成を行い、該面型光デバイスを露光装置として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 25】請求項 3 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、面型光デバイスの電極と導電性接合された微小突起部を媒体表面に接触或は極く近接させて媒体に電流或はトンネル電流を流し、該面型光デバイスを、媒体の観察、トラッキング、或は記録を行う装置として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 26】請求項 3 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、面型光デバイス上に形成された微小突起部を媒体表面に接触或は極く近接させて原子間力による弾性体の変位を検出し、該面型光デバイスを原子間力顕微鏡として用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 27】請求項 3 乃至 17 の何れかに記載の近視野光学系用光源装置の使用方法において、面型光デバイスから発生するエバネッセント光で原子や分子などの小さい粒子をトラップして所望の位置に移動したところで該エバネッセント光を切り、該面型光デバイスを、粒子を所望の位置に移動、成長させる光ピンセットとして用いることを特徴とする使用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、近視野光学顕微鏡、近視野光学系を用いた記録装置、露光装置などとして用いられるエバネッセント光出射用等の光源装置、その製造方法、及び光情報記録装置、露光装置等としてそれを用いる使用方法に関する。

【0002】



## 【従来の技術】

最近、尖鋭なプローブ先端の100nm程度以下の微小開口から染み出すエバネッセント光を用いた光技術、いわゆる近視野（近接場またはニアフィールド）光学系を用いた高分解能観察や次世代用の高密度記録、超微細露光技術等の開発が盛んになってきている。高分解能観察に関しては、資料表面の様子を光プローブで検出して資料表面を調べる走査型近接場光顕微鏡（以下SNOMと略す）（During et al., J. Appl. Phys., vol. 59, 3318（1986）等）が開発されている。SNOM用の光導入装置については、例えば、特開平5-100168号公報に開示されている。ここでは、図11のように、Si基板101上に設けられた円錐形状部材の先端に微小開口110が形成され、Si基板101の裏面側には開口部102が形成され、そこに光ファイバ103が挿入されて光ファイバ103を通して光を出射している。尚、図11において、107は電極、108は光導波層、109は金属膜、111は反射防止膜である。

## 【0003】

或は、図12のように、面発光レーザの出射端面に電極811による微小開口813を形成したものも提案されている。尚、図12において、801はレーザ基板、802はバッファ層、803は半導体多層膜ミラー、804、808、809は電流狭窄用半導体層、805は活性層、806はクラッド層、807はコンタクト層、810は絶縁層、812はレーザ電極である。

## 【0004】

更には、特開平8-306062号公報に開示されている如く、図13のように、端面発光型半導体レーザ201の片方の端面に楕円錐形状のプローブ203が形成され、これが白金電極210等で覆われて先端に微小開口が形成されている構造も提案されている。尚、図13において、202は光検出器、204はエバネッセント光、206は浮上スライダー、207は光記録媒体、209は光記録領域である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】

近接場光学系では微小開口から僅かに染み出るエバネッセント波を用いるため、光源の効率が要求され、低しきい値で量子効率の高い半導体レーザーが必要となる。ところが、図11の如く光ファイバ103などで導波するものは結合損が生じて望ましくなく、また、図13のような端面発光レーザー201を用いたSNOMヘッドでは、動作電流が大きいため、消費電力が高く、特にマルチ化には適さない。

## 【0006】

更に、近接場光学系では、プローブを媒体表面に殆ど接触するような形（微小開口の大きさ程度、すなわち100nm以下）で走査するために、媒体表面の凹凸の存在を考えると、或る弾性体によってプローブが支持されている必要がある。また、高速に走査するにはSNOMヘッドをアレイ化してマルチプローブで同時走査する必要があるが、この際、各々のSNOMヘッドを別々の弾性体で支持して表面を倣うように走査を行わないと、媒体表面或はプローブ先端を破壊してしまう恐れがある。

## 【0007】

図11や図12のようなSNOMヘッドの場合、アレイ化するためには同一基板上に形成することになるが、これでは各々の微小開口部が同一平面上に存在することになるため、媒体表面に対して倣うように走査ができなくなる。一方、図13のような端面発光型レーザー1つ1つをアレイ化する場合には各々を支持する弾性体が多数必要になり、SNOMヘッド全体が大型化して重くなってしまい、高速走査が難しくなる。

## 【0008】

本発明の目的は、このような課題に鑑み、近視野光学系用などに適した光源装置、特に、エネルギー変換効率が高く、軽量化が容易にできる近視野光学系用の光源装置、光デバイスが弾性体に支持されて媒体表面に対して倣うように走査できる小型の近視野光学系用の光源装置、2次元アレイ化などしたときに1つ1つのSNOMヘッド等が弾性体で支持され得て、媒体表面に対して倣い走査及び高速動作が可能な小型の近視野光学系用の光源装置等を提供することである。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の上記目的を達成する近視野光学系用等の光源装置は、第1に、第1の基板上に形成された微小開口を有する面型光デバイスを備え、該第1の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスに電流注入或は電圧印加することを特徴とする。面型光デバイスに微小開口を設けて、これを任意の基板に電流注入或は電圧印加手段を備えて搭載すれば結合損などのない高効率で軽量のSNOMヘッド等を実現できる。

## 【0010】

また、本発明の上記目的を達成する近視野光学系用等の光源装置は、第2に、第1の基板に支持された弾性体の一部に面型光デバイスを備え、該弾性体上及び該第1の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスに電流注入或は電圧印加することを特徴とする。面型光デバイスを薄膜弾性体などの弾性体に備えれば、使用時に媒体表面を破壊することなく高速に走査できる。

## 【0011】

また、本発明の上記目的を達成する近視野光学系用光源装置は、第3に、第1の基板に支持された弾性体の一部に微小開口を有する面型光デバイスを備え、該弾性体上及び該第1の基板上に形成された電気配線を介して該面型光デバイスに電流注入或は電圧印加し、該微小開口からエバネッセント光を発生させることを特徴とする。任意の基板に支持された薄膜弾性体などの弾性体に微小開口を有する面型光デバイスを備えることで、簡単に同一基板上にアレイ化したSNOMヘッドなどを提供でき、媒体表面を破壊することなく高速に走査できる。

## 【0012】

上記の基本構成に基づいて、以下のような構成も可能である。  
前記面型光デバイスは半導体で構成された面発光レーザである。SNOMヘッドなどの光源を、例えば、微小開口を光出射面に持つ面発光レーザとすることでSNOMヘッドなどから発生するエバネッセント波の強度を強くすることができる。

## 【0013】

前記面型光デバイスは半導体薄膜で構成され、前記第1の基板とは異なる該半

導体薄膜を形成した第 2 の基板が前記第 1 の基板または前記第 1 の基板に支持された弾性体上に配置されていてもよい。

#### 【0014】

前記面型光デバイスは半導体薄膜で構成され、前記第 1 の基板とは異なる該半導体薄膜を形成するときに用いた第 2 の基板が除去されて、該面型光デバイスの機能層のみが前記第 1 の基板または前記第 1 の基板に支持された弾性体上に配置されていてもよい。面型光デバイスを、例えば、薄膜弾性体に貼り付けた後で、該面型光デバイスの作製のための基板を除去することで、SNOMヘッドなどを小型、軽量化することができる。よって、SNOMヘッドなどを容易に高密度アレイ化することができる。

#### 【0015】

前記弾性体は、前記第 1 の基板である Si 基板上に形成された  $\text{SiN}_x$  薄膜であって、一部の領域で該 Si 基板を除去して Si 基板に支持される構造を持つ薄膜弾性体である様にもできる。こうして、カンチレバー型の薄膜弾性体などが容易に作製でき、SNOMヘッドなどを支持する小型で作製が容易な弾性体を提供できる。

#### 【0016】

前記弾性体が、前記第 1 の基板である Si 基板上に  $\text{SiO}_2$  薄膜と Si 薄膜が順に形成された SOI (Semiconductor on-Insulator) ないし Silicon on-Insulator) 基板の Si 薄膜であって、一部の領域で該 Si 基板及び  $\text{SiO}_2$  薄膜を除去して Si 基板に支持される構造を持つ薄膜弾性体である様にもできる。Si 基板上に  $\text{SiO}_2$  薄膜を介して形成された Si 薄膜に SNOMヘッドなどを形成して、Si 基板の一部を除去することで、小型で強度の高いカンチレバー型の薄膜弾性体などが容易に作製できる。

#### 【0017】

前記微小開口は、前記面型光デバイスの光出射部に微小開口を有する微小突起部材を備えて形成されたものである様にもできる。先端に微小開口を有する四角錐状の金属薄膜などを面型光デバイスの光出射面に圧着することで、SNOMへ

ッドなどを構成できる。こうして、エバネッセント波発生のための微小開口部を提供できる。

#### 【0018】

前記面型光デバイスへ電流注入或は電圧印加するための電気配線は、該面型光デバイスの2つの電極用に前記弾性体上に2本形成されたものである様にもできる。薄膜弾性体などの弾性体上に面型光デバイスに電流注入或は電圧印加するための2本の電極配線パターンを形成することで、容易にエバネッセント波などを発生するための電力を供給できる。

#### 【0019】

前記面型光デバイスへ電流注入或は電圧印加するための電気配線は、該面型光デバイスの2つの電極用の配線の少なくとも一方が前記SOI基板上で薄膜弾性体を構成するSi薄膜にドーピングして形成されている様にもできる。Si薄膜を弾性体として用いた場合には、該Siにイオン注入などでドーピングして導電率を上げることで、配線の一部として用いることができる。

#### 【0020】

前記面型光デバイスは、前記第1の基板上或は複数の前記弾性体を支持する共通の第1の基板内に複数アレイ化されていてもよい。同一支持基板上に複数のSNOMヘッドなどをアレイ化（典型的には2次元アレイ化）しておき、例えば、格子状に該基板を除去すれば簡単に高密度にアレイ化された近視野光学系用光源装置が実現できる。こうして、高速走査のためにマルチSNOMヘッドなどを提供できる。

#### 【0021】

前記面型光デバイスは、1つの前記弾性体上に複数配置されている様にもできる。1つの弾性体に、例えば、複数の微小開口を有する面型発光装置を備えることで、高密度の配列が実現でき、トラッキングや光検出用のヘッドを同時に備えることができる。こうして、高速走査のためのマルチSNOMヘッドなどを提供できる。

#### 【0022】

前記面型光デバイスへの電気配線は、一方が該面型光デバイスの基板側電極と

導電性接合され、他方が、該面型光デバイスの端面に形成された段差を緩和するための絶縁材料上を這って上面電極と導電性接合されている様にもできる。

【0023】

前記面型光デバイスへの電気配線は、該面型光デバイスの同じ側に形成された2つの電極と夫々導電性接合されている様にもできる。

【0024】

前記弾性体は、中央がくり貫かれた台形状の片持ち梁構造を有する様にもできる。

【0025】

前記弾性体は、その上面と下面には圧電材料層が形成されてバイモルフ構造にされ、両圧電材料層への電界印加によって該弾性体を微動調整できる構造或は該弾性体の微動を両圧電材料層に誘起される電荷で検出できる構造となっている様にもできる。また、該弾性体上にピエゾ抵抗体を形成して、その抵抗値の変化で該弾性体の微動を検出する構造としてもよい。

【0026】

また、本発明の上記目的を達成する近視野光学系用等の光源装置の製造方法は、面型光デバイスの機能層を第2の基板である半導体基板上に成膜して電流注入領域、電極構造を加工する工程と、該電極構造と弾性体上に形成された電極とを電氣的接触を得ながら接合する工程と、該第1の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエッチングする工程とを少なくとも含むことを特徴とする。例えば、面型発光装置を加工してできた電極と弾性体上に形成した配線用の電極とを電氣的接触を得ながら接合して、微小開口部を形成し、弾性体の支持基板をエッチングすることでSNOMヘッドなどが作製できる。

【0027】

また、本発明の上記目的を達成する近視野光学系用等の光源装置の製造方法は、面型光デバイスの機能層を第2の基板である半導体基板上に成膜する工程と、弾性体上に該機能層側を、直接、固相接合する工程と、該機能層のみ残して該半導体基板を除去する工程と、該第1の基板を該面型光デバイスが形成された面とは反対側の面からエッチングする工程とを少なくとも含むことを特徴とする。例

例えば、面型発光装置と弾性体とを、直接、固相接合して面型発光装置側の基板を除去してから該面型発光装置の電極などを加工し、微小開口部を形成し、弾性体の支持基板をエッチングすることでSNOMヘッドなどが作製できる。

【0028】

本発明の近視野光学系用等の光源装置は、以下の如き使用方法で或は装置として使用できる。

媒体表面からの散乱光の強さを面型光デバイスの両端電圧または電流の変動として検出する手段を用いて、該面型光デバイスを光情報の検出器として用いる。例えば、面型発光装置の注入電流を小さくして、SNOMヘッド先端から出たエバネッセント光が媒体で散乱されて戻ってきた光量を該面型発光装置の電極間の電圧変化で読み取ることで、該SNOMヘッドを光検出器として利用することができる。こうして、SNOMヘッドなどで情報の読み取りを行うことができる。

【0029】

また、面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって光情報記録媒体への高密度情報記録を行い、該面型光デバイスを光情報記録装置として用いる。例えば、SNOMヘッドで光情報の記録、再生を行うことで、高密度、大容量で、高速走査が可能な光情報記録装置を提供できる。情報再生は、媒体表面からの散乱光の強さを面型光デバイスの両端電圧または電流の変動として検出する手段で媒体表面からの散乱光の強さを検出することで、行うことができる。

【0030】

また、面型光デバイスから発生するエバネッセント光によって感光媒体への高精細パターン形成を行い、該面型光デバイスを露光装置として用いる。例えば、SNOMヘッドで感光媒体を露光させることで、高速に超微細なパターンを焼き付けることができる露光装置を提供できる。

【0031】

また、面型光デバイスの電極と導電性接合された微小突起部を媒体表面に接触或は極く近接させて媒体に電流或はトンネル電流を流し、媒体の状態によって電流量が変化するのを検出して、該面型光デバイスを、媒体の観察、トラッキング、或は記録を行う装置として用いることもできる。面型光デバイス上に形成され

た微小突起部を媒体表面に接触或は極く近接させて原子間力による弾性体の変位を検出し、該面型光デバイスを原子間力顕微鏡として用いることもできる。更に、面型光デバイスから発生するエバネッセント光で原子や分子などの小さい粒子をトラップして所望の位置に移動したところで該エバネッセント光をオフして、該面型光デバイスを、粒子を所望の位置に移動、成長させる光ピンセットとして用いることもできる。

## 【0032】

本発明の作用・原理の典型例を具体例に沿って説明する。

本発明のSNOMヘッドの一例は、図1(a)のように、微小なカンチレバーと呼ばれる薄膜弾性体の先端に、微小開口を設けた面発光レーザ等の光源を貼り付けた構造のものである。面発光レーザ4は貼り付けた後に必要な領域のみ残す、すなわち $50\mu\text{m}$ □( $50\mu\text{m}$ 角)程度にエッチングにより小さくする。カンチレバー8は、例えば図2のプロセスのように、Si基板1上にSiN膜25を形成して基板裏面からバックエッチして、一部領域を基板1からフリーな状態にすることで形成できる。微小開口30付き面発光レーザ4は、例えば、GaAs基板10上に形成した図1(b)の断面図のような構造であり、カンチレバー上に形成した電極6とのコンタクトを取る形でカンチレバーに接合してある。接合方法は幾つかあり、Au同士の圧着によるもの、Agペースト等の導電性の接着剤によるもの、ハンダで接合する方法などがある。面発光レーザの微小開口側の電極16は、例えば図1(b)の断面図のように、カンチレバー上の電極パターン5がレーザ素子側壁に接触しないように該側壁を絶縁膜7等で覆ってから形成する。この面発光レーザ4の接合は、カンチレバー作製前すなわちSi基板1のエッチング前に行う。面発光レーザ4の基板厚はここでは $80\mu\text{m}$ 程度にしているが、この基板によってレーザ部の重さが重い故に、耐久性を求めるためにはカンチレバーの寸法が大きくなってしまう。そこで、図4のように面発光レーザの基板10をすべて除去して、 $4\mu\text{m}$ 程度の機能層のみを残して微小化することもできる。または、レーザ基板10とカンチレバー8を、直接、固相接合によって貼り合わせて、レーザ基板をすべて除去する方法でもよい。

## 【0033】



これらの方法によれば、各々のプローブが独立に薄膜弾性体 8 に支持されて、図 5 のように高密度にアレイ化することもできる。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照しながら発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0035】

(第 1 実施例)

本発明による第 1 の実施例は、図 1 (a)、(b) に示すように、面発光レーザーのエピタキシャル層表面に微小開口を有する突起部材を形成したものをカンチレバーの先端に取り付けた構造の SNOM ヘッド、及びその製造方法に関する。

【0036】

本実施例で適用した面発光レーザー 4 は、斜視図である図 1 (a) の A-A' 断面図である図 1 (b) の断面図に示すように、AlGaAs/GaAs 多重量子井戸活性層と AlGaAs スペース層からなる 1 波長共振器 12 を、AlAs/AlGaAs の 1/4 波長厚の多層膜 (20~30 組程度) から成る DBR (分布反射) ミラー 11 (n 型) 及び 13 (p 型) で挟む構造を有する。これらは、MOVPE (有機金属気相成長) 法などによって n-GaAs 基板 10 上にエピタキシャル成長される。DBR ミラー 13 の最上層は電極コンタクトを取り易いようにハイドロプの層となっている。発光領域 18 (本実施例では  $15\mu\text{m}\phi$ ) に電流狭窄を行うために、円環状に活性層近傍までエッチングした後、ポリイミド 15 で凹部を埋め込んで平坦化している。そして、 $\text{SiN}_x$  等の絶縁膜 14 を形成して、光を取り出す窓構造をもつ p 電極 (例えば Cr/Au から成る) 16 を形成している。一方、GaAs 基板 10 側は、研磨により  $80\mu\text{m}$  以下に薄片化してから、n 電極 (例えば AuGe/Au から成る) 17 を形成している。

【0037】

この面発光レーザー 4 の光出射面には、例えば、Au 箔で形成した四角錐の先端に微小開口 30 を形成した突起部材 3 が金属同士の圧着により取り付けられる。該微小開口 30 からはエバネッセント波が漏れ出るようになっている。本実施例では突起状の微小突起部材 3 を用いたが、突起を圧着せずに光出射面全体を電極

で覆って中央に微小開口を作製してもよい。

#### 【0038】

前記発光部 4 は、Si 基板 1 上に成膜した  $\text{SiN}_x$  膜 2 で構成されたカンチレバー 8 の先端に取り付けられ、弾性体 2 で SNOM ヘッドが支持された構成となっている。

#### 【0039】

面発光レーザ 4 に注入する電流は、カンチレバー 8 上に形成された 1 対の電極パターン 5、6 を経由して流される。カンチレバー 8 の一方の腕上に配線された電極パターン 6 は、面発光レーザの基板側電極 17 と導電性の接合をされる。カンチレバー 8 の他方の腕上に配線された電極パターン 5 は、レーザ端面に段差を緩和するために形成されたポリイミド 7 上を這ってレーザの上面電極 16 と導電性の接合をされる。

#### 【0040】

本実施例においては、面発光レーザチップサイズは  $50\text{ }\mu\text{m}$  口、微小開口用の突起部材 3 の底面の一边の長さは  $20\text{ }\mu\text{m}$ 、微小開口 30 は数  $10\text{ nm}$   $\phi$  とした。また、カンチレバー 8 は、先端部で  $100\text{ }\mu\text{m}$ 、根元の部分で  $300\text{ }\mu\text{m}$ 、長さ  $300\text{ }\mu\text{m}$  の台形状であり、中央部を図 1 (a) のように三角形状にくり貫いた構造を有する。

#### 【0041】

次に、本実施例の SNOM ヘッドの作製プロセスを図 2 に沿って説明する。図 2 (a) において、Si (100) 基板 (厚さ  $500\text{ }\mu\text{m}$ ) 1 の両面に、熱酸化により二酸化シリコン 20 を  $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 、化学気相成長 (CVD) 法により窒化シリコン 25 を  $2\text{ }\mu\text{m}$  成膜する。次に表面の窒化シリコン 25 上に配線用の電極パターン 6 をリフトオフ法により形成した後、フォトリソグラフィと  $\text{CF}_4$  プラズマによる反応性イオンエッチング (RIE) によりカンチレバー (図 1 (a) のような片持ち梁) の形状にパターニングする。更に、裏面の窒化シリコン 25 及び二酸化シリコン 20 を、基板 1 のバックエッチング用のマスク形状にパターニングする。

#### 【0042】

図2 (b) において、前記した面発光レーザ4を $250\mu\text{m}$ 口程度に切り出したものを電極パターン6上に貼り付ける。貼り付け方としては、例えば圧着法があるが、ハンダや導電性接着剤などを用いてもよい。貼り付けた後に、更にホトリソグラフィと硫酸系のウエットエッチングにより $50\mu\text{m}$ 口の大きさまで小さくする。このとき、カンチレバー8の貼り付ける位置に合わせたピッチで、面発光レーザ4もGaAs基板10上にアレイ化しておけば、次の様にできる。すなわち、素子を切り出さずにカンチレバー用の基板1及びレーザ基板10を、或る程度の大きさ( $2\text{cm}$ 口程度)の状態で、アライメントして全体的に貼り付けた後に、各レーザを $50\mu\text{m}$ 口の大きさにエッチングしてもよい。

## 【0043】

図2 (c) において、全体にポリイミド7を塗布して酸素プラズマによるRIEエッチングを行なえば面発光レーザ4の段差部を滑らかにできる。よって、リフトオフ法により、面発光レーザ4の上面電極16とカンチレバー8上のもう一方の電極パターン5とを配線することができる。

## 【0044】

図2 (d) において、別の基板21に形成した微小開口30を有するAu箔等から成る微小突起部材3を、図示のように面発光レーザ4と対向させてアライメントし、荷重をかけてカンチレバー8上の面発光レーザ4の光出射面に圧着する。該別基板21を引き離すことで突起部材3が剥離層22との界面から剥がされ、微小突起部材3のみ残すことができる。

## 【0045】

ここで、微小突起部材3の作製方法を簡単に述べる。基板21としてSi(100)基板を用い、熱酸化膜からなる1辺が $20\mu\text{m}$ の正方形のエッチング用窓を、ホトリソグラフィ及びフッ酸とフッ化アンモニウム混合液によるエッチングで形成する。そして、 $90^{\circ}\text{C}$ に加熱した30%水酸化カリウム水溶液を用いた結晶軸異方性エッチングにより、(111)面と等価な4つの面で囲まれた深さ約 $14\mu\text{m}$ の逆ピラミッド状の凹部24を形成する。次に、該マスク用の熱酸化膜を除去してから基板21を $1000^{\circ}\text{C}$ で再び熱酸化して、剥離層22として二酸化シリコンを $400\text{nm}$ 堆積する。その後、遮光層としてAuを蒸着することに

よりピラミッド形状のAu箔からなる微小突起部材3が形成できるが、蒸着源を基板21に対して斜めにする事で、凹部24の先端部分にAuの堆積しない部分が形成され、微小開口30が得られる。このとき、遮光層としてAuを用いたが、Pt、W、Ti、Crなどの金属、或は半導体や誘電体を用いてもよい。

## 【0046】

図(e)において、基板表面に、ポリイミド層をスピコートにより塗布して保護層を形成して、基板裏面の窒化シリコン25をエッチングマスクにして、90℃に加熱した30%水酸化カリウム水溶液により裏面からのシリコン基板1のエッチングを行なう。その後に、フッ酸系のウエットエッチングにより二酸化シリコン20を除去する。最後に酸素プラズマRIEによるエッチングで上記表面保護層を除去して、カンチレバー型SNOMヘッドが完成する。

## 【0047】

本実施例によれば、柔軟に媒体表面に倣える小型で高効率のSNOMヘッドを簡単に作製することができる。このヘッドを用いて超分解能の像観察（この場合、光デバイスとして微小開口を有する光検出器があってもよい）、光記録、露光などを行なうことができる。

## 【0048】

本実施例では、AlGaAs/GaAs系すなわち780～850nm帯の面発光レーザを用いたが、400nm前後のInGaN/GaN系、980nm帯のInGaAs/GaAs系、1.3～1.55μm帯のInGaAsP/InPやInGaNaAs/GaAs系など、あらゆる波長帯のものを用いることができる。さらには、効率は低下するが、低コスト化するために用途によっては、面型発光ダイオード（前記レーザ構造で多層膜ミラーを除いたようなもの）、半導体以外の材料も含めたEL（エレクトロルミネッセンス）素子等でもよい。

## 【0049】

また、カンチレバーとして台形状の片持ち梁構造を用いたが、長方形形状のものでもよいし、さらには弾性体を構成するものであれば、両持ち梁やクロス形状（クロス形状弾性体の交点の部分に面型光デバイスが貼り付けられる）のもの、更にはヒンジ付きのもの（弾性体の根元部が1軸の周りで枢動可能であるもの

）等でもよい。

# 【 0 0 5 0 】

## （第 2 実施例）

本発明による第 2 の実施例は、カンチレバー先端の面発光レーザをさらに薄片化して重量を低減することで、カンチレバーのサイズを小さくして、マルチレバーにしたときのピッチを小さくできる構造を有する。

# 【 0 0 5 1 】

図 3 にカンチレバー先端部の断面図を示す。図 3 において、図 1 の符号と同じ符号で示すものは同機能部であることを示す（これは、以下の実施例でも同じである）。第 1 実施例では面発光レーザを形成した GaAs 基板 10 側をカンチレバー 8 に貼り付けていた。これに対して、第 2 実施例では上下を逆転させエピタキシャル層側をカンチレバー 8 に貼り付け、GaAs 基板は選択エッチングにより完全に除去してエピタキシャル層のみを残している。そして、窓領域を持つ電極 17 と微小開口 30 を持つ突起部材 3 を、エッチングにより新たに現れたエピタキシャル面（基板 20 に接していた面）に形成している。そこで、基板側に近い DBR ミラー 11 の最上面、すなわち GaAs 基板（不図示）に成長したときの第 1 成長層は、ドーピング濃度  $n = 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  で厚さ  $0.1 \mu\text{m}$  の  $\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{As}$  ( $x = 0.3$ ) としており、これを、GaAs 基板エッチング時のストップ層兼 n 側電極 17 のコンタクト層としている。その他の構造は第 1 実施例と同様である。

# 【 0 0 5 2 】

第 2 実施例の作製プロセスの概略図を図 4 に示す。この作製プロセスの図面では、SNOM ヘッドのアレイ化の様子が分かり易いように、その断面方向を、第 1 実施例の場合の図 2 の断面方向とは  $90^\circ$  回転させている。すなわち、図 4 は、SNOM ヘッドの先端部の方から見た断面図（図 1 の B-B' 断面）である。

# 【 0 0 5 3 】

図 4 (a) において、第 1 実施例と同様に、基板 1 に  $\text{SiO}_2$  20 及び  $\text{SiN}_x$  25 を成膜して、配線用の電極パターン (Cr/Au など) 6 を成膜したのち、 $\text{SiN}_x$  膜 25 をカンチレバー（片持ち梁）の形状にパターニングする。この

とき、第1実施例と異なる点は、レーザ部が軽量化できるために  $\text{SiN}_x$  25 の膜厚を薄く  $0.5 \mu\text{m}$  としたことである。

#### 【0054】

次に、GaAs 基板 10 上に、カンチレバーの先端のピッチと同じピッチで、2次元アレイ状に第1実施例と同様な構造に作製された面発光レーザを、図4のようにアライメントして、DBRミラー 13 側の面で接着する。これは、レーザの電極 16 とカンチレバー上の配線 6 との導電接着で行なう。このとき、GaAs 基板 10 は  $100 \mu\text{m}$  程度に研磨して薄くしてある。第1実施例と異なることは、発光領域 18 からの光出射はエピタキシャル層側からは行なわないので、p 電極 16 には窓領域を設けないことである。また、基板 1 の裏面の  $\text{SiN}_x$  膜 25 及び  $\text{SiO}_2$  20 は、Si 基板 1 のバックエッチ用のマスク形状にパターンニングする。

#### 【0055】

図4 (b) において、GaAs 基板 10 を、アンモニアと過酸化水素水の混合液を用いて  $40^\circ\text{C}$  でエッチングを行なうと、上で述べた AlGaAs 層 (GaAs 基板 10 と DBRミラー 11 の間の層：不図示) とのエッチングレートの選択比が高いので、GaAs 基板 10 のみが除去できる。次に、n 側電極 17 を光取り出し用の窓を設けて形成し、ホトリングラフィー及び硫酸+過酸化水素水+水の混合液を用いた室温でのエッチングを行って、カンチレバー先端の面発光レーザ領域のみ、夫々  $40 \mu\text{m}$  程度の大きさで残す。さらに第1実施例と同様に n 側電極 17 (本実施例では Ti/Pt/Au とした) との配線を行い、微小開口 30 を持つ突起部材 3 を圧着する。

#### 【0056】

図4 (c) において、第1実施例と同様に Si 基板 1 のエッチング等を行なって、SNOMヘッドアレイが完成する。

#### 【0057】

本実施例では、面発光レーザ 4 のサイズを極力小さく、すなわち  $40 \mu\text{m}$  程度、厚さが約  $4 \mu\text{m}$  としたため、SNOMヘッドが非常に軽くなり、カンチレバー 8 のサイズも小さくできる。したがって、アレイ化する場合のピッチを小さくで

きる。また、個々のSNOMヘッドも共振周波数が高くなるため、使用時に媒体表面に対する追従性が向上する。

#### 【0058】

実際、カンチレバー8のサイズとしては、先端部の幅 $50\mu\text{m}$ 、根元の幅 $100\mu\text{m}$ 、長さ $250\mu\text{m}$ とし、SNOMヘッドの横方向のピッチWは $125\mu\text{m}$ とすることができた。その模式図を図5に示す。縦方向のピッチLは、カンチレバー8の長さ及び支えているSi基板1の領域があるため、 $500\mu\text{m}$ とした。また、各SNOMヘッドの面発光レーザ4への電流注入配線は図5のようにマトリックス配線としたが、独立配線にしてもよい。

#### 【0059】

マルチレバー構造の本実施例を高密度記録、超微細露光等を使う時は、各SNOMヘッドが所望のトラック上に乗る様にマルチレバー構造をトラッキング方向に対して少し斜めにして走査させる。或は、情報記録の直後に再生をする様な場合は、図5の如きマルチレバー構造をトラッキング方向に平行に置いて、前後のSNOMヘッド（図5の左右のSNOMヘッド）が同一のトラック上に乗る様に使用してもよい。

#### 【0060】

##### （第3実施例）

本発明による第3の実施例は、図6に示すように、面発光レーザ4をカンチレバー8に貼り付けた側に2つの電極16、60を設けてレーザ端面の段差部に電極形成をしない構造のものである。

#### 【0061】

本実施例では、図6（b）のA-A'断面図のように、面発光レーザの領域の外側において溝部62を形成して、溝部62をポリイミドで埋め込み、n側の電極60はp-DBR層13の上に設けている。光出射側には、電極としては使われないが光遮光層として、Ti/Pt/Auなどの金属膜61を、光取り出し用の窓を設けて形成する。また、電極60をn-DBR11側のn電極として機能させるために、金属膜61-電極60間に10V程度の高電圧を印加してp-nジャンクションを破壊し、p-DBR13/n-DBR11間を抵抗体にしてお

く。

#### 【0062】

n電極60も、カンチレバー8上の配線5と電氣的接合を得るように接着すれば、同一平面上に2電極16、60の配線ができるため、第1、第2実施例のように段差部に電極形成する必要がなくなり、電極切れなどによる歩留まり低下を抑えられる。

#### 【0063】

この同一平面に2つの電極を設ける構造は他にも幾つかあり、図6(c)のように、n-DBR11まで達する溝部63内にn電極64を延長させて(必要な所にはn電極64の下に絶縁層14を形成しておく)配線する方法もある。この場合は、p-nジャンクションを破壊する上記の工程を省くことができる。

#### 【0064】

##### (第4実施例)

本発明による第4の実施例は、図7に示すように、1つのカンチレバー8上に複数の面発光レーザ4及び微小開口付き突起部材3を設けたものである。

#### 【0065】

ここでは、面発光レーザ4を50 $\mu$ mピッチで2 $\times$ 2の2次元アレイ状に作製し、微小開口30を持つ突起部材3も同様にそれぞれのレーザ4の出射端に取り付け、4つのSNOMヘッドを1つのカンチレバー8上に取り付けている。面発光レーザ4への配線は、第3実施例のように片面で2つの電極を取るような形にして、共通電極配線70と各面発光レーザ4への信号線71を形成して行なっている。よって、ここでは4つの面発光レーザ4は独立に駆動できる。

#### 【0066】

その他の構造、プロセス等は、対応する点で第1乃至第3実施例と同様である。

#### 【0067】

このような構造にすることにより、微小ピッチへの対応、高速動作などが可能となる。また、すべてのデバイスをSNOM光源とせず、一部は、検出系として用いたり、トラッキング用光源などの別機能を持たせることもできる。一部に、



面発光レーザと同様な構造で、最表面にミラーのない面型光検出器を集積させてもよい。

#### 【0068】

##### (第5実施例)

今までの実施例においては、面発光レーザ用の基板に発光領域や電極などの加工を行ってから、電極同士で電氣的接合を得ていた。これに対し、本実施例においては、レーザ基板を加工をせずに先にカンチレバー基板1に直接接合し、レーザ基板であるGaAsをすべて除去してから面発光レーザとしての加工を行なうものである。電極なしで接合するために、カンチレバーとしてはSOI基板のSi薄膜80を用いており、Si/GaAsの原子レベルの直接固相接合を行なうとともに、Siレバー80に導電性を持たせてn電極の配線は省略している。

#### 【0069】

図8にその作製プロセスを示す。カンチレバープロセスに用いたSOI基板は、Si単結晶層80（厚さ $1\mu\text{m}$ ）、 $\text{SiO}_2$ 層81（厚さ $0.5\mu\text{m}$ ）、Si基板1（厚さ $500\mu\text{m}$ ）から成るものである。

#### 【0070】

図8(a)において、フォトリソグラフィ及び $\text{SF}_6$ を用いたドライエッチングによってシリコン層80をカンチレバー（片持ち梁）の形状にパターニングする。Siにより形成されたレバー部分80は、導通をよくするために、Bを注入してp-Siとする。一方、SOI基板の裏面には $\text{SiN}_x$ 82を成膜して、Si基板1のエッチング用のマスク形状にパターニングしておく。

#### 【0071】

次に、n-GaAs基板（不図示）上に、厚さ $0.1\mu\text{m}$ の $\text{n-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ （ $x=0.3$ ）（不図示）、 $\text{n-AlAs/AlGaAs-DBR}$ ミラー11、 $\text{AlGaAs/GaAs}$ 多重量子井戸活性層と $\text{AlGaAs}$ スペーサ層からなる1波長共振器12、 $\text{p-AlAs/AlGaAs-DBR}$ ミラー及び $\text{p-GaAs}$ コンタクト層13を成長したものを用意し、成長層表面すなわち $\text{p-GaAs}$ 層と $\text{p-Si}$ 層80から成るカンチレバーとを直接貼り合わせ、水素雰囲気中において $600^\circ\text{C}$ でアニールして接合する。その後、アンモニア+過

酸化水素水の混合液でGaAs基板をエッチングして、 $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{As}$  ( $x=0.3$ ) 層が現れるまで完全に該基板を除去する。

【0072】

図8(b)において、まず面発光レーザの電流注入領域18を加工してポリイミド埋め込み領域15、窓付きn-電極(Ti/Pt/Auなど)84などを形成する。次に、カンチレバー先端部の面発光レーザ部のみ残して、その他のAlGaAs/GaAs成長層を、ホトリソグラフィ及び硫酸+過酸化水素水+水の混合液を用いるエッチングを行なって除去する。その後、n側の電極配線を行なうために、カンチレバーの一部に感光性ポリイミド83で絶縁層を形成するとともにレーザ端面の段差緩和を行い、リフトオフによりTi/Auなどで配線パターン85を形成する。このとき、絶縁層83はSiNやPSG(Phosphosilicate glass)などを用いてもよいし、または、Si層80の不純物濃度が低く高抵抗の場合には絶縁層83なしでもよい。さらに、窓付きn-電極84上に微小開口30付き突起部材3を圧着する。

【0073】

図8(c)において、 $\text{SiN}_x$  82のマスクを用いてSi基板1のエッチングを行ない、更に $\text{SiO}_2$ 膜81の除去を行ない、プロセスが完成する。

【0074】

本実施例のSNOMヘッドの斜視図を図9に示す。p側の配線はSOI基板のSi薄膜層80をp型ドーピング86して機能させているが、カンチレバー8を支持する基板領域1ではCr/Auなどの電極87で配線している。

【0075】

本実施例では、Si-GaAsの固相接合を用いて面発光レーザ4をカンチレバー8先端に貼り付けているため、第1乃至第4実施例のような電極同士の圧着や、接着剤を用いる接着の場合に対して、接着強度や耐久性の面で優れているとともに、金属配線が一部省略できるので軽量化などの点でも優れている。また、Si単結晶80をレバーとして用いているので、強度、耐久性にも優れる。

【0076】

ところで、今までの実施例では、カンチレバーを単なる弾性体として用いてい

たが、ピエゾ抵抗を形成してカンチレバーのたわみ量を検出できるようにし、バイモルフ構造にすることで電界によってレバー本体を上下に駆動できる構造にしてもよい。こうすれば、使用時に、媒体表面に対する微小開口突起部材 3 の位置決めが好適に調整できる。

## 【0077】

また、微小開口 30 を有する微小突起部材 3 が電極と接続されているため、これを観察、記録などを行なうための媒体表面に接触させれば、微小突起部材 3 を介して媒体に電流を流すことができ、トラッキングなどに適用できる。或は、媒体に完全に接触させなくてもトンネル電流を流すことができ、STM（走査型トンネル顕微鏡）として併用することもできる。また、カンチレバーなどの弾性体を用いているため、原子間力によるカンチレバーの変位を検出することでAFM（原子間力顕微鏡）として併用することも、勿論、可能である。

## 【0078】

## （第 6 実施例）

本発明による第 6 の実施例は、図 10 に示すように第 1 乃至第 5 実施例の SNO Mヘッドを光情報記録装置に適用したものである。

## 【0079】

図 10 において、上記実施例で説明した微小開口突起部材 3 と面発光レーザー 4 が一体化された SNOMヘッド 90 が、Si 基板 1 で支持されたカンチレバー 8 の先端に取り付けられている。この SNOMヘッド 90 から発生したエバネッセント光は、ディスク 93 上に形成された相変化記録媒体と相互作用し、光記録ドメイン 92 を形成する。

## 【0080】

一方、情報再生時には、面発光レーザー 4 への注入電流をしきい値電流付近まで落とすと、媒体の反射率によってレーザー 4 の発振状態が変化するので、このことを利用して情報を再生する。すなわち、光記録ドメイン 92 があるとエバネッセント光と記録媒体の相互作用が変化し、レーザー 4 への戻り光量が増大するために、レーザー発振状態が大きく変化する。しきい値近傍で戻り光量が増大するとレーザー 4 の状態が不安定になり、戻り光の遅延時間に応じた振動が引き起こされる。

このとき、レーザ4の発振光量が振動するが、レーザ注入電流も振動するため、レーザの注入電流用電極から、DC成分をカットして信号を取り出せば、記録情報を読み出せる。

## 【0081】

このようなSNOMヘッド90で光記録を行なえば、微小開口径が数10nmの場合に $100\text{Gb/in}^2$ 以上の記録密度が可能となる。従来のSNOMヘッド記録装置では、小型化、アレイ化が難しく高速駆動ができなかったが、本発明により小型軽量、2次元アレイ化等が簡単になり、高速アクセスが可能となった。図10においては1つのSNOMヘッド90のみを示しているが、アレイ化する場合には、例えば、図5のようなマルチプローブを用いてもよい。

## 【0082】

また、本実施例ではディスク型の回転系を示しているが、それ以外に2次元平行移動型などでもよい。

## 【0083】

同様に、本発明によるSNOMヘッドを用いて近接場光学系を用いた超微細露光装置を構成することもできる。任意の基板表面にホトレジストを塗布して、本発明によるSNOMヘッドアレイを2次元走査しながら、露光パターンを該レジスト上に焼き付けることができる。微細パターン用のレジストが紫外光で主に感光するように作られているので、光源としてGaN系などの紫外材料を用いることが望ましい。しかし、現在、最も効率がよくハイパワーの面発光レーザはGaAs系の赤外光のため、赤外光で感光する媒体を用いて露光を行なってもよい。従来のSNOMヘッドでは高密度アレイ化が困難なため、露光パターンを形成するのに非常に時間がかかっていたが、本発明の装置により飛躍的な時間短縮が期待できる。

## 【0084】

なお、前記実施例では、近視野光学系用の光源装置として微小開口突起部材を設けた構造で、作用、効果を説明してきたが、微小開口を設けずに通常の光の放射モードを使って、記録再生装置、露光装置などに適用することも、勿論、できる。面発光レーザの場合は放射角が数度程度と非常に小さいので、そのまま放射

光を用いてもよいが、出射面にマイクロレンズ等を貼り付けて媒体表面でビームを絞る形にしてもよい。この場合、光パワーを強くできるため、前記の応用例以外に、原子や分子などの小さい粒子をエバネッセント光でトラップして所望の位置に移動、成長させるための光ピンセットとして利用することも可能である。

【0085】

また、上記実施例の説明では弾性体の上に面型光デバイスが載った構造となっているが、用途によっては弾性体を用いずに面発光レーザに微小開口突起部材が設けられたのみの構造なども、勿論、使うことができる。

【0086】

【発明の効果】

本発明によって、以下のような効果が期待される。

第1に、エネルギー変換効率が高く、軽量化が容易にできる近視野光学系用の光源を実現できる。第2に、光デバイスが弾性体に支持されて媒体表面に対して倏うように走査できる小型の光源装置を実現できる。第3に、2次元アレイ化などしたときに1つ1つのSNOMヘッドなどが弾性体で支持されて、媒体表面に対して倏い走査及び高速動作が可能な小型の近視野光学系用の光源を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による第1実施例の近接場光学系用光源の斜視図(a)とA-A'断面図(b)である。

【図2】

本発明による第1実施例の近接場光学系用光源の作製プロセスを説明する図である。

【図3】

本発明による第2実施例の近接場光学系用光源の断面図である。

【図4】

本発明による第2実施例のアレイ化された近接場光学系用光源の作製プロセスを説明する図である。

【図5】

本発明による近接場光学系用光源を 2 次元アレイ状に配置したときの斜視図である。

【図 6】

本発明による第 3 実施例の近接場光学系用光源の斜視図 (a) と A - A' 断面図 (b)、(c) である。

【図 7】

本発明による第 4 実施例の近接場光学系用光源の斜視図である。

【図 8】

本発明による第 5 実施例の近接場光学系用光源の作製プロセスを説明する図である。

【図 9】

本発明による第 5 実施例の近接場光学系用光源の斜視図である。

【図 10】

本発明による近接場光学系用光源を用いた光情報記録装置の概略斜視図である。

【図 11】

従来の近接場光学系用光源の例を示す図である。

【図 12】

従来の近接場光学系用光源の例を示す図である。

【図 13】

従来の近接場光学系用光源の例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 薄膜弾性体用支持基板
- 2 薄膜弾性体
- 3 微小開口付き微小突起部材
- 4 面発光レーザ
- 5、6、70、71、85、87 電極配線
- 7、14、83、810 絶縁膜
- 8 カンチレバー

- 10、801 レーザ基板
- 11、13、803 半導体多層膜ミラー
- 12、805 活性層
- 15、62 埋め込み領域
- 18 発光領域
- 16、17、60、64、84、811、812 レーザ電極
- 20、81 シリコン酸化膜
- 21、101 シリコン基板
- 22 剥離層
- 24 逆ピラミッド型凹部
- 25、82  $\text{SiN}_x$  膜
- 30、110、813 微小開口
- 61 金属膜
- 63 電極分離溝
- 80 Si 薄膜
- 86 ドーピング領域
- 90 SNOMヘッド
- 91 SNOMヘッド支持用アーム
- 92、209 光記録領域
- 93、207 光記録媒体
- 102 開口部
- 103 光ファイバ
- 108 光導波層
- 109 金属膜
- 111 反射防止膜
- 201 半導体レーザ
- 202 光検出器
- 203 プローブ
- 204 エバネッセント光

2 0 6 浮上スライダー

2 1 0 白金膜

8 0 2 バッファ層

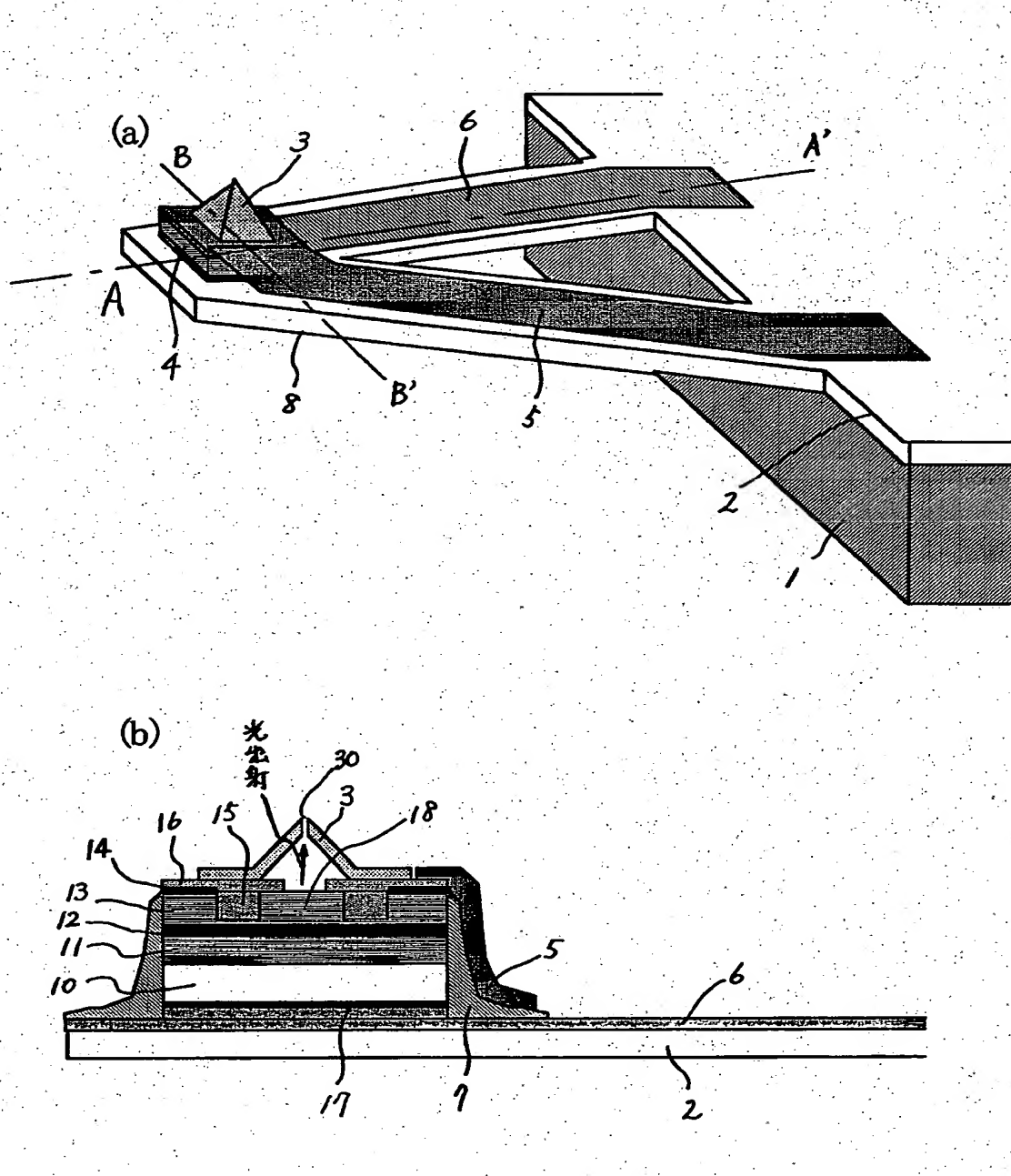
8 0 4、8 0 8、8 0 9 電流狭窄用半導体層

8 0 6 クラッド層

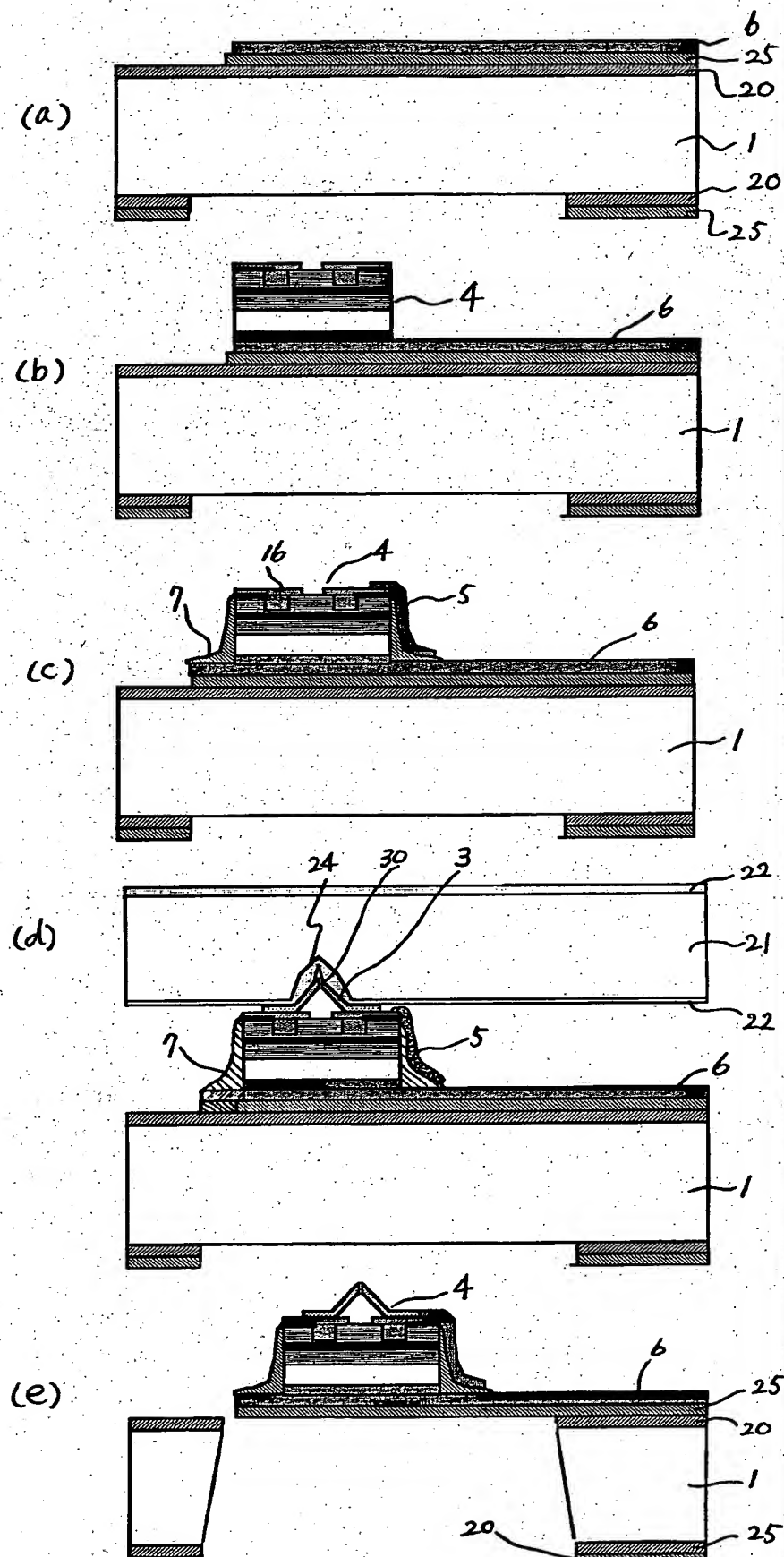


【書類名】 図面

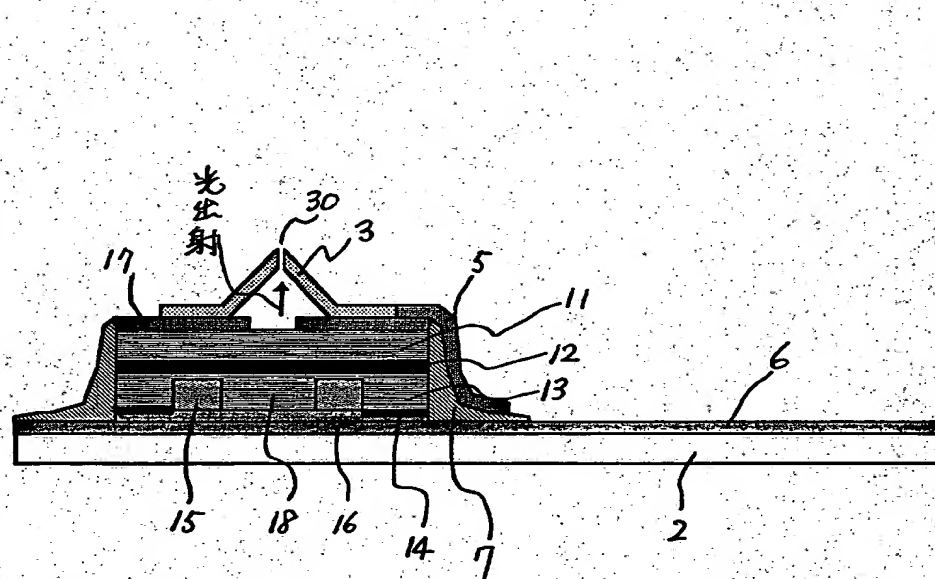
【図 1】



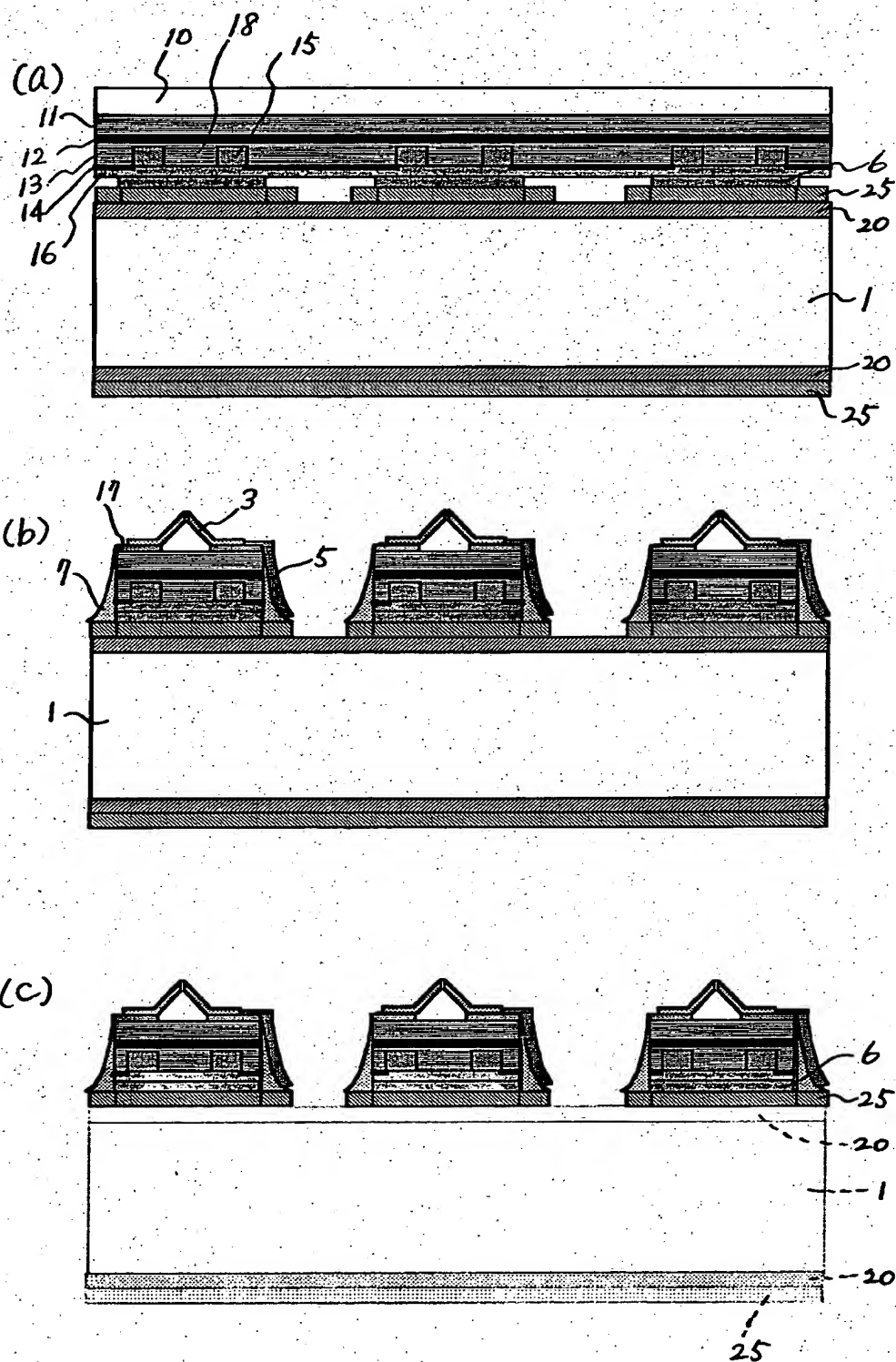
【図 2】



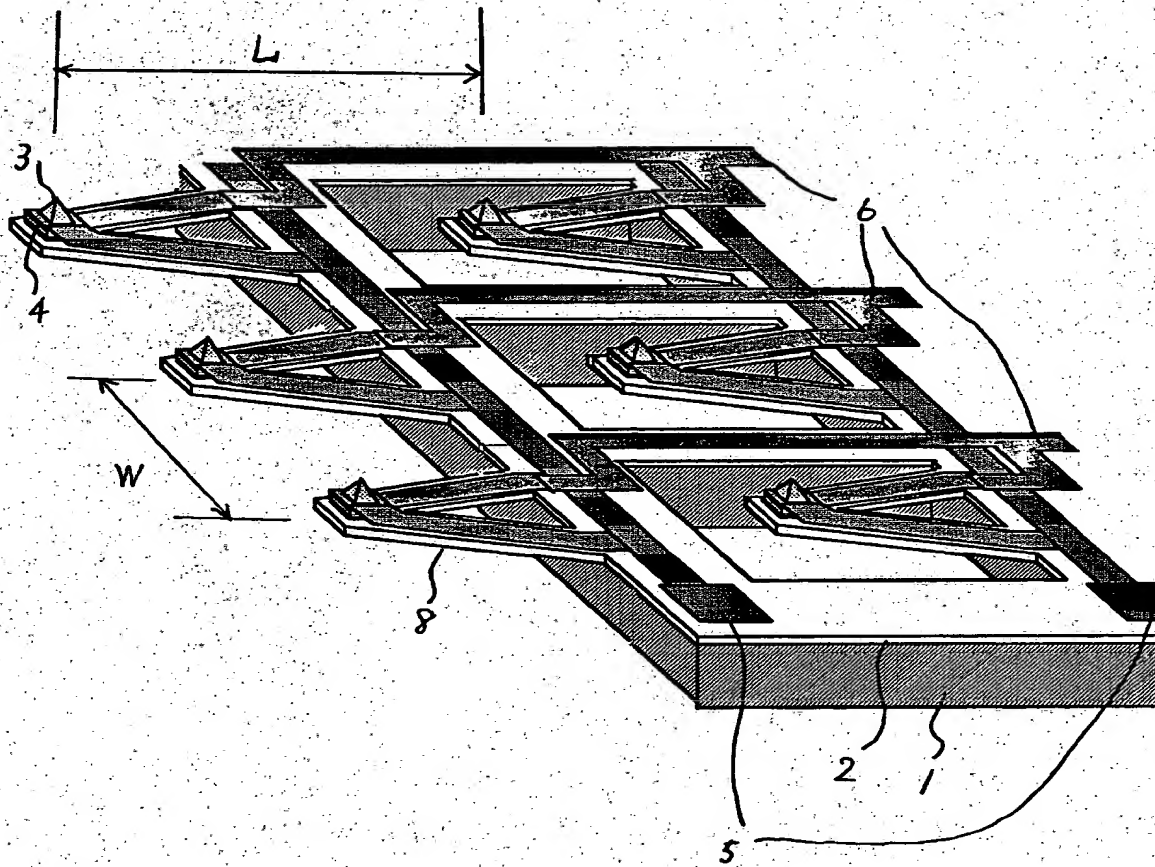
【図3】



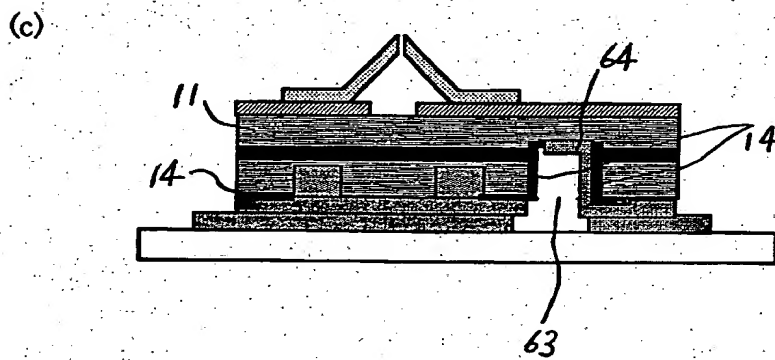
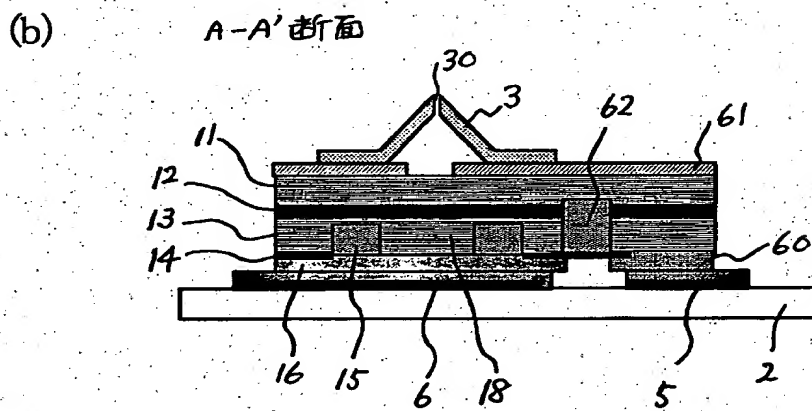
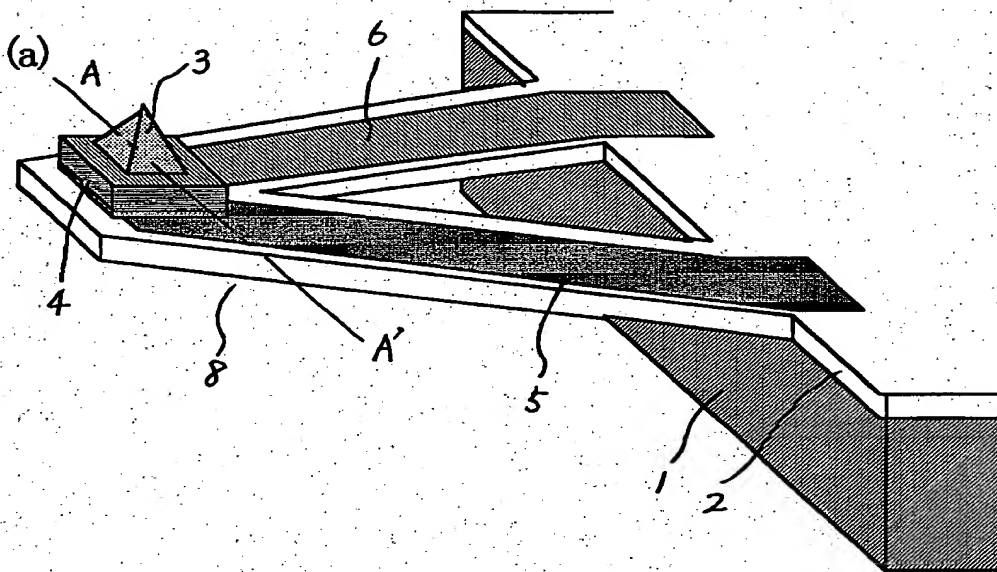
【図 4】



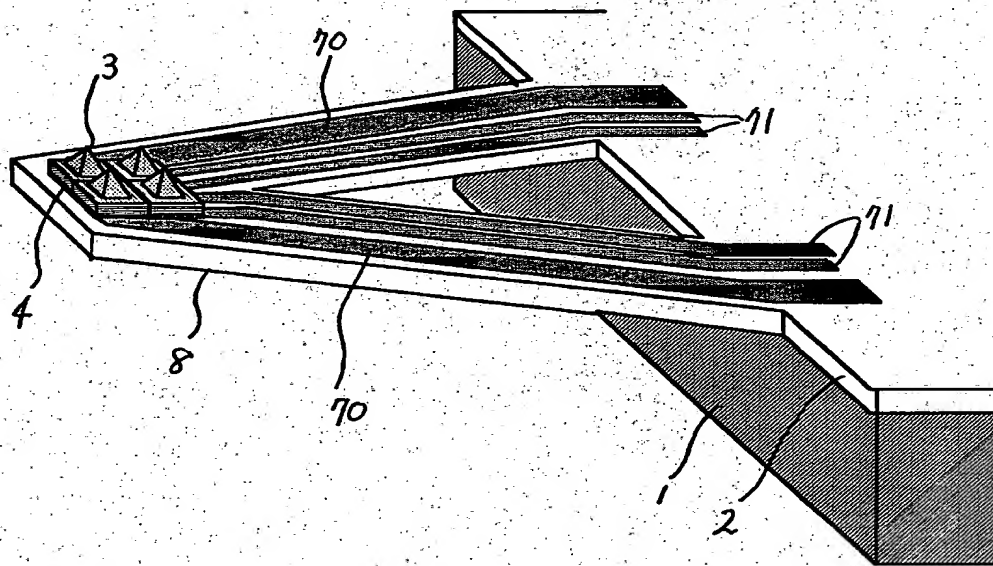
【図5】



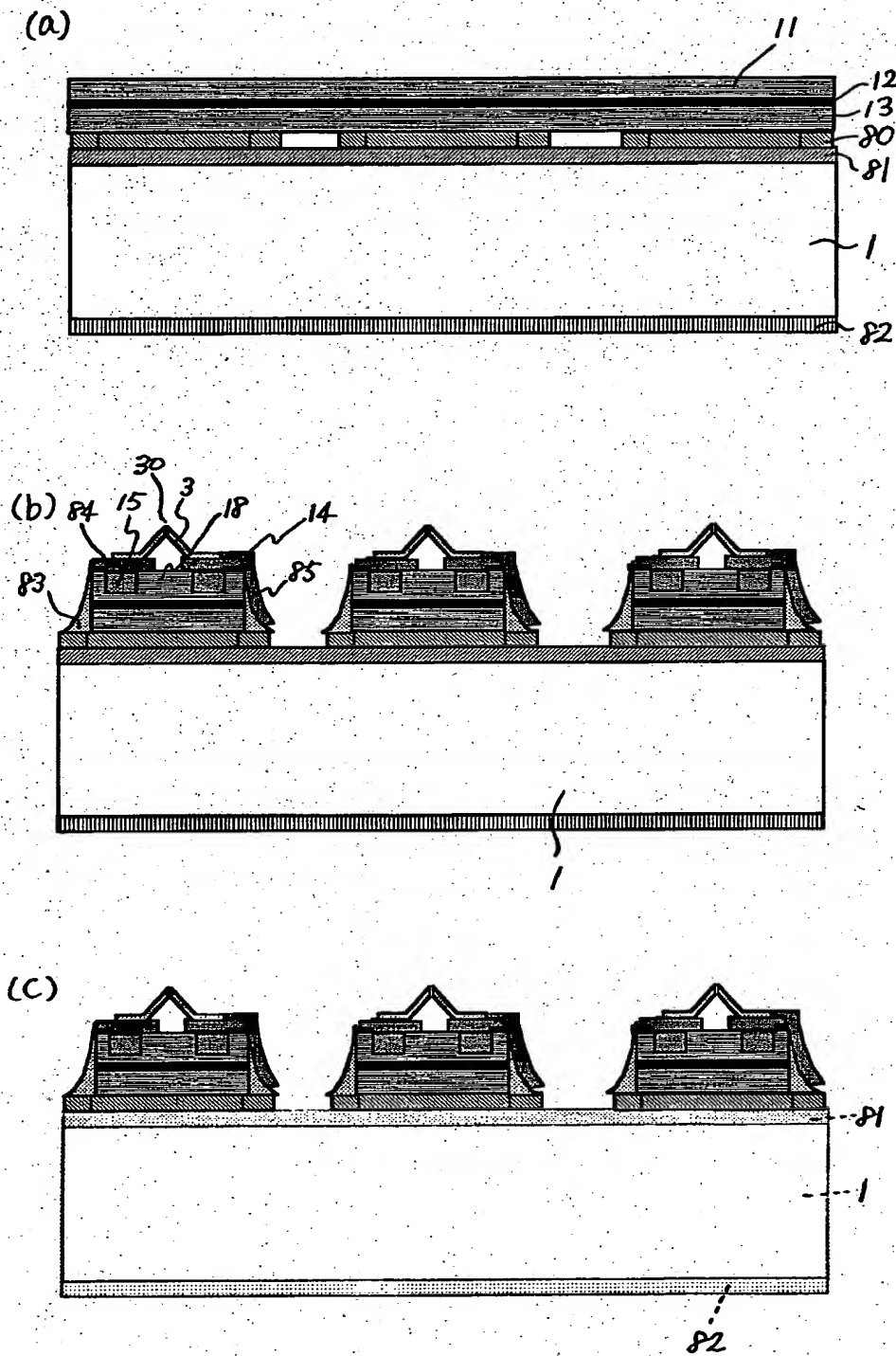
【図6】



【図 7】



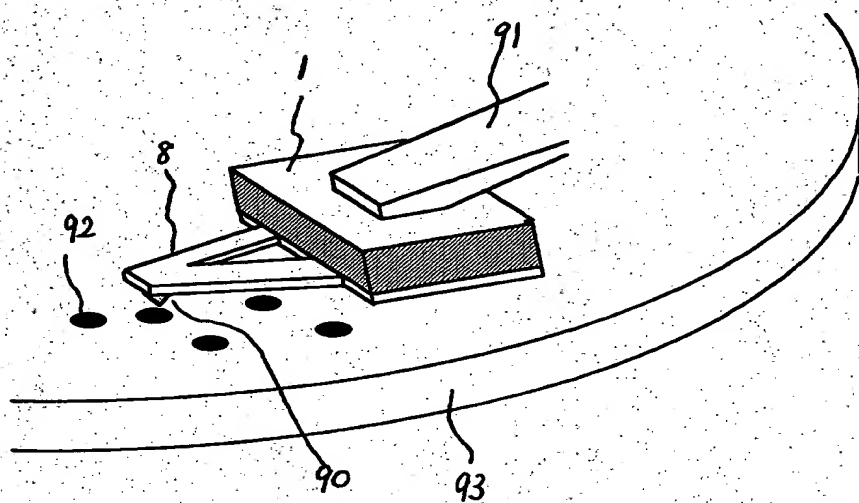
【図 8】



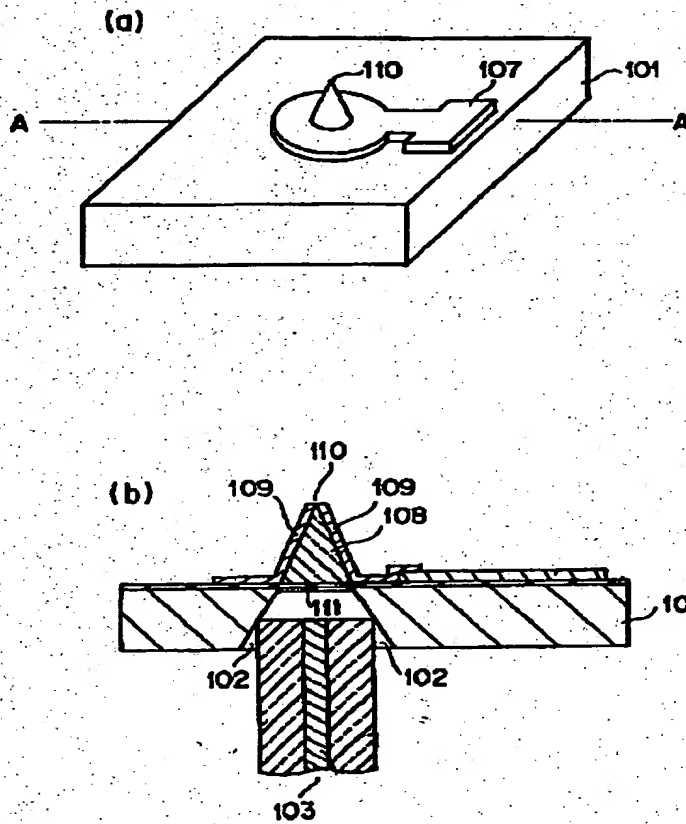




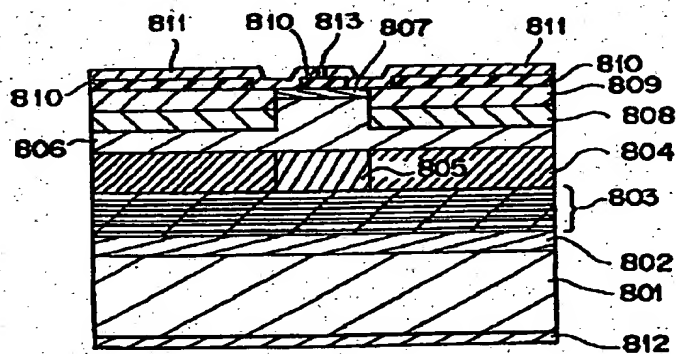
【図10】



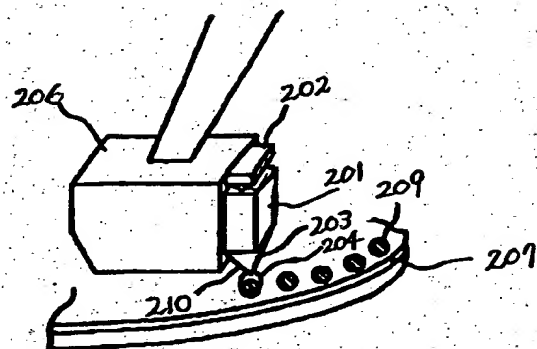
【図 11】



【図 12】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エネルギー変換効率が高く、軽量化が容易にできる近視野光学系用の光源装置である。

【解決手段】 近視野光学系用光源装置は、基板 1 に支持された弾性体 8 の一部に微小開口 3 0 を有する面型光デバイス 4 を備え、弾性体 8 上及び基板 1 上に形成された電気配線 6、8 を介して面型光デバイス 4 に電流注入或は電圧印加し、微小開口 3 0 からエバネッセント光を発生させる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社